



Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»



# ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ КОМПАНИЙ ПРОИЗВОДСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ В ФОРМАТЕ E-LEARNING



РОСНАНО  
Российская корпорация нанотехнологий



*Чистякова Тамара Балабековна,  
проректор по учебной работе,  
заведующая кафедрой САПРиУ,  
профессор, д-р техн. наук СПбГТИ(ТУ)*

Москва, октябрь 2012

## «Автоматизированная обработка информации и управление производством наноструктурированных керамических материалов и покрытий» с использованием элементов электронного обучения

**Разработчик:** Санкт-Петербургский государственный технологический институт, по заказу проектной компании РОСНАНО ООО «Вириал»

**Руководитель программы:** Чистякова Тамара Балабековна, проректор по учебной работе СПбГТИ(ТУ), проф., д-р техн. наук, Заслуженный работник высшей школы РФ

**Вид программы:** повышение квалификации

**Образовательный задачи программы:** формирование профессиональных компетенций в области автоматизированной обработки информации и управления производством наноструктурированных керамических материалов и покрытий

**Структура программы:** программа включает в себя специализированные учебные блоки (модули), формирующие знания и умения, необходимые специалисту для эффективной работы. Программа содержит 6 модулей

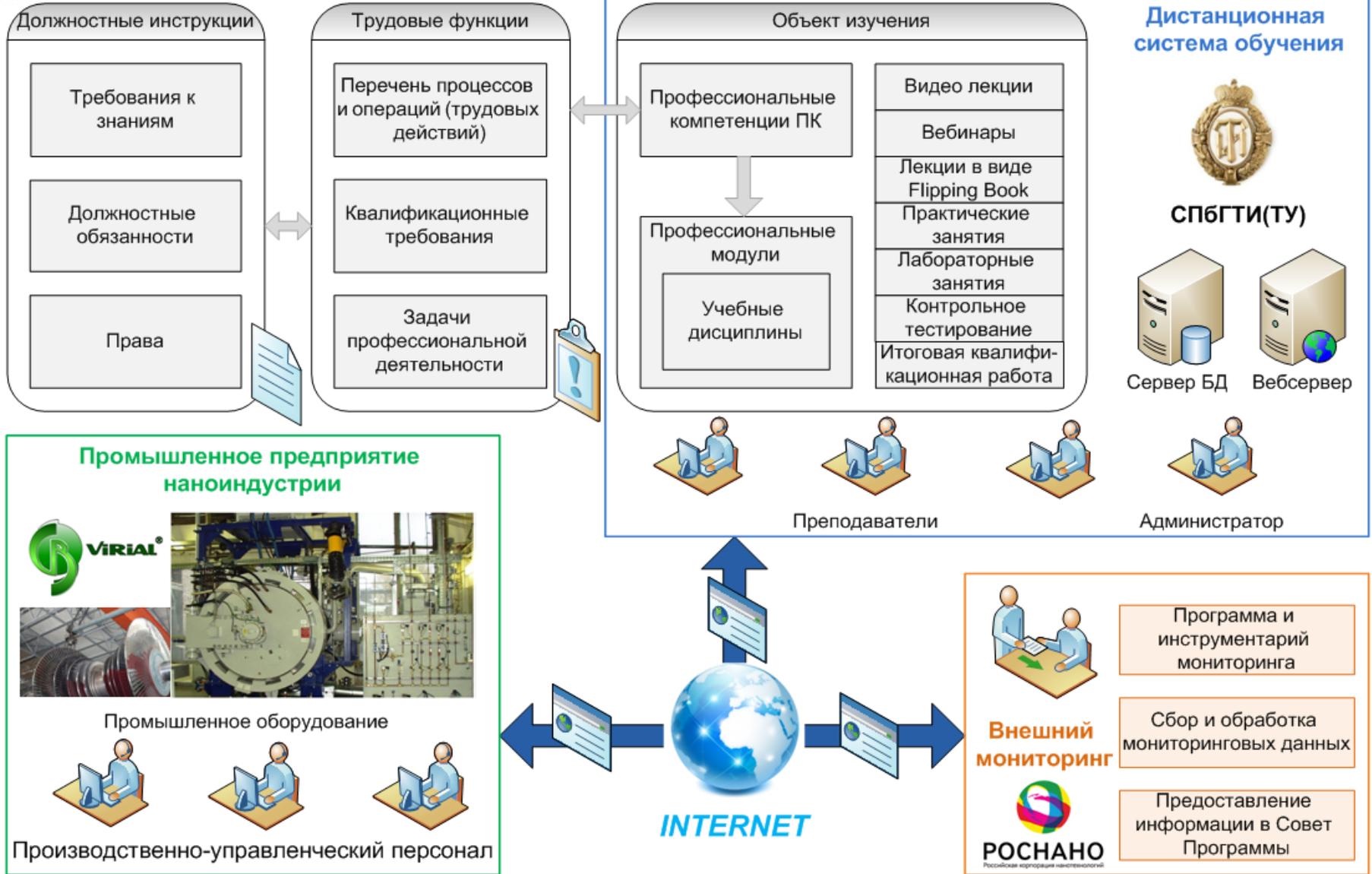


В компании «Вириал» реализован полный производственный цикл выпуска изделий из наноструктурных керамических и металлокерамических материалов, начиная с синтеза исходных компонентов и заканчивая контролем качества конечных изделий.





# СРЕДА ДИСТАНЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБУЧЕНИЯ ЗАПРОС-ИСПОЛНЕНИЕ-ТЕХНОЛОГИИ



## Целевая категория слушателей – инженер-технолог

Модуль апробируется в сотрудничестве с инновационной компанией ООО «Вириал», работающей в области нано-индустрии – в пилотной группе, состоящей из специалистов компании:



1. Дормидонтов Михаил Андреевич
2. Застрожнов Максим Николаевич
3. Курочкин Сергей Юрьевич
4. Рожков Роман Викторович
5. Федоров Евгений Михайлович

Режим обучения

со 02 июля по 31 августа 2012 года с пн. по пт. с 17.00 до 19.00



# ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Результаты программы (профессиональные компетенции):

## ПК-1

Выбирать методы обработки информации для управления качеством наноструктурированных керамических материалов и покрытий

## ПК-2

Заполнять и эксплуатировать базы данных для систем управления, перенастройки и исследования производств наноструктурированных керамических материалов и покрытий

## ПК-3

Использовать математические модели для управления и изучения процессов производства наноструктурированных керамических материалов и покрытий

## ПК-4

Выбирать с использованием информационно-поисковых систем оборудование для организации производства наноструктурированных керамических материалов и покрытий

## ПК-5

Запускать новые и перенастраивать действующие технологические процессы синтеза наноструктурированных керамических материалов и покрытий и получения изделий из них

## ПК-6

Выбирать и использовать физико-химические методы контроля и исследования характеристик и проводить компьютерный анализ изображений микроструктур наноструктурированных керамических материалов и покрытий



## Структура программы:

### Модуль 1

Запуск новых и перенастройка действующих технологических процессов синтеза наноструктурированных керамических материалов и покрытий и получения изделий из них.

### Модуль 2

Выбор с использованием информационно-поисковых систем оборудования для организации производства наноструктурированных керамических материалов и покрытий.

### Модуль 3

Заполнение и эксплуатация баз данных для систем управления, перенастройки и исследования производств наноструктурированных керамических материалов и покрытий.

### Модуль 4

Выбор и использование физико-химических методов исследования характеристик и проведение компьютерного анализа изображений микроструктур наноструктурированных керамических материалов и покрытий.

### Модуль 5

Выбор методов обработки информации и управления качеством наноструктурированных керамических материалов и покрытий.

### Модуль 6

Использование математических моделей для управления и изучения процессов производства наноструктурированных керамических материалов и покрытий.





## Решаемые задачи



Blackboard

Поддержка обучения –  
Blackboard Course Delivery

Управление  
образовательными  
ресурсами – Blackboard  
Content Management

Взаимодействие  
участников  
образовательной среды –  
Blackboard Community  
Engagement

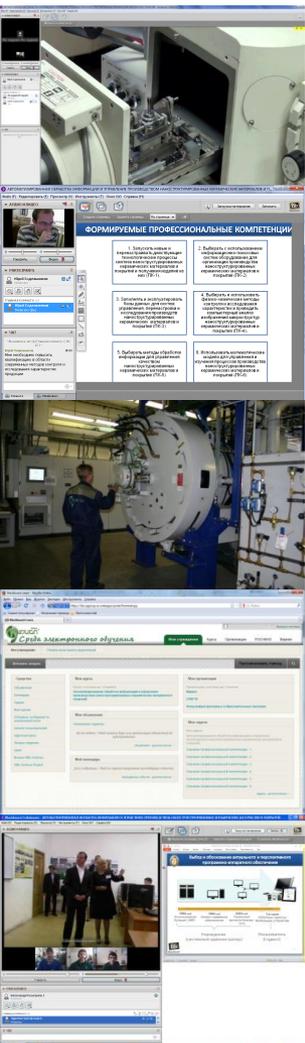
Контроль и анализ  
ключевых показателей  
образовательной  
деятельности –  
Blackboard Outcomes

Доступ к  
образовательной  
информации через  
мобильные устройства –  
Blackboard Mobile Central





# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ФОРМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В СООТВЕТСТВИИ С ВИДОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ



Виды образовательного результата	Формы организации образовательного процесса
Профессиональные компетенции	Производственная практика; Самостоятельная работа над выпускной квалификационной работой
Умения	Практические занятия; Самостоятельная работа
Знания	Лекции (вебинары); Консультации; Лабораторные работы
Опыт деятельности	Тренинг (практика в модельных условиях); Производственная практика

Алашеев, С. Ю. Принципы, порядок и процедуры разработки образовательных программ подготовки кадров к освоению новых производственных технологий по заказу производственных компаний / С.Ю. Алашеев, Г.Б. Голуб, Е.Я. Коган, Н.Ю. Посталюк, В.А. Прудникова / Под общей редакцией проф. Е.Я.Когана / Метод. пособие, 2011



# СТРУКТУРА КУРСА ВКЛЮЧАЕТ 6 МОДУЛЕЙ-КОМПЕТЕНЦИЙ

The screenshot displays the Blackboard Learn interface for a course. The browser tabs include "Blackboard Learn", "Blackboard | About Bb | Overview", and "База данных". The user is logged in as "Сидоровичев Юрий" with a "Выход из системы" option.

The course title is "РОСНАНО" with the subtitle "Среда электронного обучения". Navigation options include "Мое учреждение", "Организации", and "РОСНАНО".

The main content area is titled "План занятий" and lists six modules, each represented by a folder icon:

- Модуль №1** Запуск новых и перенастройка действующих технологических процессов синтеза наноструктурированных керамических материалов и покрытий и получения изделий из них (ПК-1)
- Модуль №2** Выбор с использованием информационно-поисковых систем оборудования для организации производства наноструктурированных керамических материалов и покрытий
- Модуль №3** Заполнение и эксплуатация баз данных для систем управления, перенастройки и исследования производств наноструктурированных керамических материалов и покрытий
- Модуль №4** Выбор и использование физико-химических методов исследования характеристик и проведение компьютерного анализа изображений микроструктур наноструктурированных керамических материалов и покрытий
- Модуль №5** Выбор методов обработки информации и управления качеством наноструктурированных керамических материалов и покрытий
- Модуль №6** Использование математических моделей для управления и изучения процессов производства наноструктурированных керамических материалов и покрытий

The left sidebar contains navigation links such as "Автоматизированная обработка информации и управление производством наноструктурированных керамических материалов и покрытий", "Общая информация", "Обучение:", "Коллективная работа", "Контроль знаний", and "УПРАВЛЕНИЕ КУРСОМ".

At the bottom, there is a search bar with "Найти: фиццев" and navigation buttons: "Следующее", "Предыдущее", "Подсветить все", and "Учесть регистр". The status bar shows "Готово" and a lock icon.

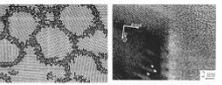


# ПРИМЕР СОДЕРЖАНИЯ МОДУЛЯ

## Модуль № 1 Запуск новых и перенастройка действующих технологических процессов синтеза наноструктурированных керамических материалов и покрытий и получения изделий из них

**Нanomатериалы**  
 Левинским Ю.В. предложено соотношение – критерий дисперсности, определяющий границу «наномерности состояния»  

$$D = \Delta E_{\text{дв}} / \Delta E_{\text{дв}} > 1$$



Структура нанокристаллического материала  $\alpha$  – модель наноструктурного материала (черным обозначены атомы зернограничной области, у которых смещение превышает 10% от межатомных расстояний),  $\beta$  – границы зерна в наноструктурной меди (ПЭМ), звенками помечены описанные зернограничные дислокации



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»

Курс подготовки: **Детализированная обработка информации и системный анализ информации**  
 Специальность: **Информационные системы в производстве**  
 Категория учебного предмета: **Информационные системы в производстве**

Учебный модуль (профессиональная компетенция): **Знание новых и перенастройка действующих технологических процессов с целью минимизации производственных затрат и повышения качества продукции**

Практическое задание: **Формализованное описание характеристик сырья, оборудования, типовых нестандартных ситуаций для заданного типа продукции**

Обучающий: **Заспирова Елена Николаевна**  
 Предприятие: **ООО «Виракс» (Санкт-Петербург)**

**ОТЧЕТ О ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. **Задание (версия 5)**  
 Составить формализованное описание типовой нестандартной ситуации «Ухудшение вакуума в печи для спекания вольтфосфорсодержащих твердых сплавов», ее возможных причин и действий оперативного персонала ООО «Виракс» (Санкт-Петербург) по ее устранению.

2. **Результаты работы**  
 Детализированное и информационное описание типовой нестандартной ситуации «Ухудшение вакуума в печи для спекания вольтфосфорсодержащих твердых сплавов», ее возможных причин и действий оперативного персонала ООО «Виракс» (Санкт-Петербург) по ее устранению, которое составлено с использованием источников [1, 2], представлено в таблице 1.

### Содержание учебного материала (видеолекции, презентации)

1. Нанопорошки неорганических веществ и их свойства
2. Закономерности получения наноразмерных порошков механическим измельчением
3. Консолидация нанопорошков
4. Механические свойства нанокерамики
5. Основы технологии наноструктурированных твердых сплавов (керметов)

### Вебинар

Обсуждение обучаемыми и преподавателем материала лекции

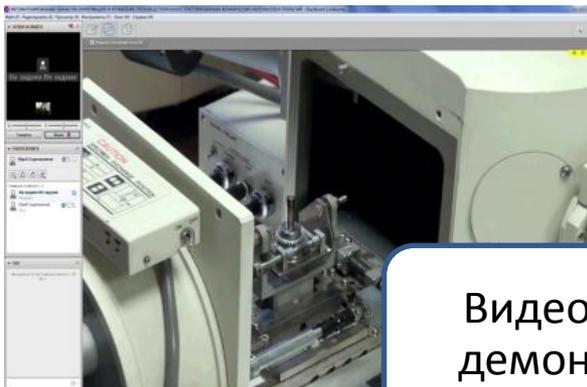
### Практические занятия

1. Формализованное описание характеристик сырья, оборудования, типовых нестандартных ситуаций для заданного типа продукции

### Самотестирование

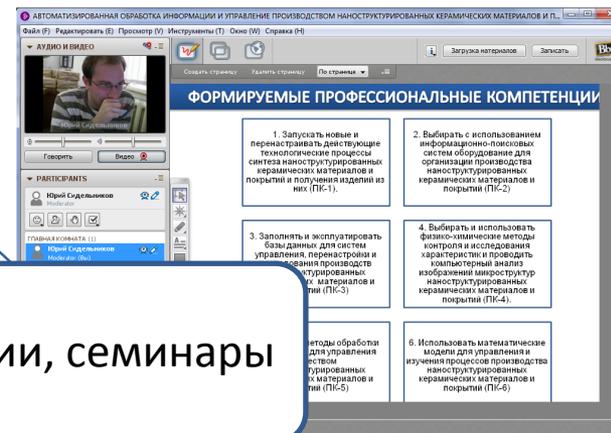
### Контрольное тестирование

# ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ КОНТЕНТА



Видеоролики,  
демонстрации

Теоретический  
материал



Лекции, семинары

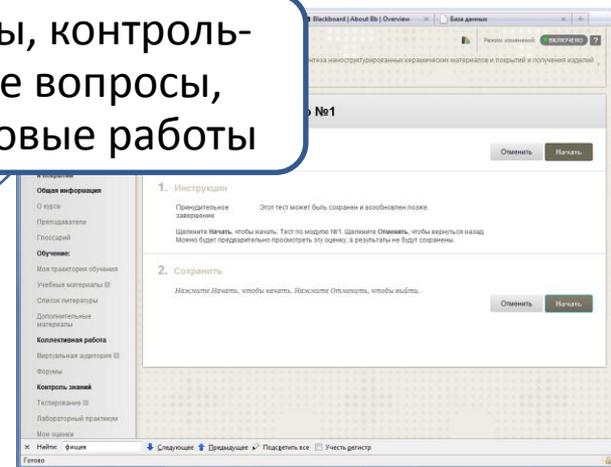
Автоматизированная обработка  
информации и управление  
производством наноструктурированных  
керамических материалов и покрытий

E-learning

Реальное  
лабораторное  
оборудование

Тесты, контрольные  
вопросы,  
итоговые работы

Тренинг (модели и  
базы данных)



# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ



Видео/  
аудиолекция

Учебное  
пособие,  
лекции в виде  
Flipping Book

Вебинар

Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование

Пример лекционного материала в формате мультимедиа презентации со звуковым сопровождением

Blackboard Learn

Blackboard | About Bb | Overview

База данных

Сидельников Юрий

Выход из системы

РОСНАНО  
Среда электронного обучения

Мое учреждение

Организации

РОСНАНО

Лекция по теме: Проектирование баз данных для нужд предприятий nanoиндустрии

Ресурсы

## Иерархические БД

База данных, в которой связь между элементами осуществляется по типу подчинения и схематично изображается в виде дерева.

Завод (уровень 1) — «ВИРИАЛ»

Цеха (уровень 2) — ЦЕХ № 1, ЦЕХ № 2

Оборудование (уровень 3) — Печь, [ ], [ ]

Меню

- БД
  - Лекция по теме: Проектиров...
  - Информационные системы ...
  - Классификация БД
  - Классификация БД
  - Иерархические БД
  - Сетевые БД
  - Реляционная БД
  - Объектно-ориентированная...
  - Классификация БД
  - Классификация БД
  - Свойства БД
  - Система управления БД (СУ...
  - Основные требования при п...
  - Жизненный цикл системы БД
  - Основные этапы проектиров...
  - Формулировка и анализ трое...

Поиск...

РОСНАНО

Найти: фицев

Следующее

Предыдущее

Подсчитать все

Учесть регистр

13

Передача данных с bb.vpgroup.ru...



# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

## Пример лекционного материала в виде Flipping Book

Видео/  
аудиолекция

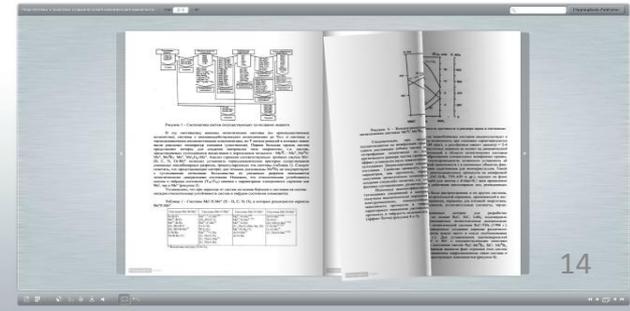
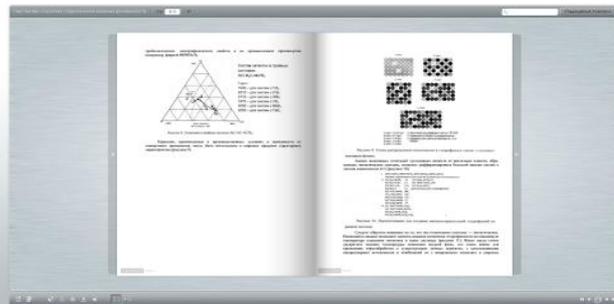
Учебное  
пособие,  
лекции в виде  
Flipping Book

Вебинар

Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование





# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

Видео/  
аудиолекция

Учебное  
пособие,  
лекции в виде  
Flipping Book

Вебинар

Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование

Пример вебинара входного контроля слушателей с целью формирования траектории обучения

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И П...

Файл (F) Редактировать (E) Просмотр (V) Инструменты (T) Окно (W) Справка (H)

АУДИО И ВИДЕО

Создать страницу Удалить страницу По странице

Загрузка материалов Записать Blackboard

## ФОРМИРУЕМЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

1. Запускать новые и перенастраивать действующие технологические процессы синтеза наноструктурированных керамических материалов и покрытий и получения изделий из них (ПК-1).
2. Выбирать с использованием информационно-поисковых систем оборудование для организации производства наноструктурированных керамических материалов и покрытий (ПК-2).
3. Заполнять и эксплуатировать базы данных для систем управления, перенастройки и исследования производств наноструктурированных керамических материалов и покрытий (ПК-3).
4. Выбирать и использовать физико-химические методы контроля и исследования характеристик и проводить компьютерный анализ изображений микроструктур наноструктурированных керамических материалов и покрытий (ПК-4).
5. Выбирать методы обработки информации для управления качеством наноструктурированных керамических материалов и покрытий (ПК-5).
6. Использовать математические модели для управления и изучения процессов производства наноструктурированных керамических материалов и покрытий (ПК-6).

Юрий Сидельников Moderator

ГЛАВНАЯ КОМНАТА (1)

Юрий Сидельников Moderator (Вы)

ЧАТ

- Вы вошли в чат (в) Главную комнату. ( 18:12 ) -

Юрий Сидельников 18:23  
Мне необходимо повысить квалификацию в области современных методов контроля и исследования характеристик продукции

Комната Moderators



# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

Видео/  
аудиолекция

Учебное  
пособие, лекции  
в виде Flipping  
Book

Вебинар

Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование

## Пример задания на практическую работу

The screenshot shows a Blackboard Learn interface. The browser address bar displays the URL: [https://bb.vpgroup.ru/webapps/portal/frameset.jsp?tab\\_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2Fcontent%2Ffile%3Fcmd%3Dview%26content\\_id%3D\\_9111\\_1%26cour](https://bb.vpgroup.ru/webapps/portal/frameset.jsp?tab_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2Fcontent%2Ffile%3Fcmd%3Dview%26content_id%3D_9111_1%26cour). The page header includes the ROSNANO logo and the text "Среда электронного обучения". The breadcrumb trail shows: "О курсе > ... > Практическая работа > Пример\_задания\_практ\_зан-1\_ПК-6\_вар-т1.pdf". The main content area displays the title "Пример\_задания\_практ\_зан-1\_ПК-6\_вар-т1.pdf" and a message: "Если файл не открывается, щелкните здесь, чтобы загрузить его." Below this, the document content is visible, including the name of the institution: "федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»". The document also lists course details, learning objectives, and a practical assignment description. The assignment title is "ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИЧЕСКУЮ РАБОТУ Вариант 1". The text describes a task involving isothermal annealing of a tungsten-nickel ceramic alloy under pressure in an argon atmosphere.



# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

Видео/  
аудиолекция

Учебное  
пособие, лекции  
в виде Flipping  
Book

Вебинар

**Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)**

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование

Пример практического занятия по изучению трехмерной модели компрессионно-вакуумной печи

Blackboard Learn  
https://bb.vpgroup.ru/webapps/portal/frameset.jsp?tab\_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fesecure%2Fcontent%2Ffile%3Fcmd%3Dview%26content\_id%3D\_9111\_1%26cour...  
РОСНАНО  
Среда электронного обучения  
Мое учреждение Организация РОСНАНО  
Дополнительные материалы: 3D-модель печи  
Результаты заданий: 0/100/1000  
3D-модель печи  
Если файл не открывается, щелкните здесь, чтобы загрузить его.  
Автоматизированная обработка информации и управление производством наноструктурированных керамических материалов и покрытий  
Общая информация  
О курсе  
Преподаватели  
Глоссарий  
Обучение:  
Мои транскрипты обучения  
Список литературы  
Дополнительные материалы  
Коллективная работа  
Форумы  
Контроль знаний  
Лабораторный практикум  
Мои оценки  
УПРАВЛЕНИЕ КУРСОМ  
Панель управления  
Ссылки Ссылки  
Средства курса  
Оценки  
Центр оценок  
Пользователи и Группы



# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

Видео/  
аудиолекция

Учебное  
пособие, лекции  
в виде Flipping  
Book

Вебинар

Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование

Пример практического занятия по исследованию физико-химических свойств керамических наноматериалов

The screenshot displays the Blackboard Learn interface. At the top, there are browser tabs for 'Blackboard Learn', 'Blackboard | About Bb | Overview', and 'База данных'. Below the browser tabs, a message asks if the user wants Firefox to remember the password for 'yurik' on 'spticad.info?'. The main header features the ROSNANO logo and the text 'Среда электронного обучения' (Electronic Learning Environment). The page title is 'Среда проведения лабораторных работ' (Laboratory Work Environment). A message states: 'Если файл не открывается, щелкните здесь, чтобы загрузить его.' (If the file does not open, click here to download it.)

The left sidebar contains a navigation menu with the following items:

- Автоматизированная обработка информации и управление производством наноструктурированных керамических материалов и покрытий
- Общая информация
- О курсе
- Преподаватели
- Глоссарий
- Обучение:
  - Моя траектория обучения
  - Список литературы
  - Дополнительные материалы
- Коллективная работа
  - Форумы
- Контроль знаний
  - Лабораторный практикум
  - Мои оценки
- УПРАВЛЕНИЕ КУРСОМ
- Панель управления
  - Content Collection
- Средства курса
  - Blackboard Collaborate
  - Блоги
  - Глоссарий
  - Доска обсуждений

The main content area shows a 3D image viewer window titled 'WSxM 5.0 Develop 5.2 - Image Browser - [PolyMelt Image 17.mdt (4.2µm x 4.8µm) :Converted :plane]'. The viewer displays a 3D surface plot of a material with several peaks. The Windows taskbar at the bottom shows the 'Пуск' (Start) button, system tray icons, and the date and time: '18:49 06.06.2012'.



# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

Видео/  
аудиолекция

Учебное  
пособие, лекции  
в виде Flipping  
Book

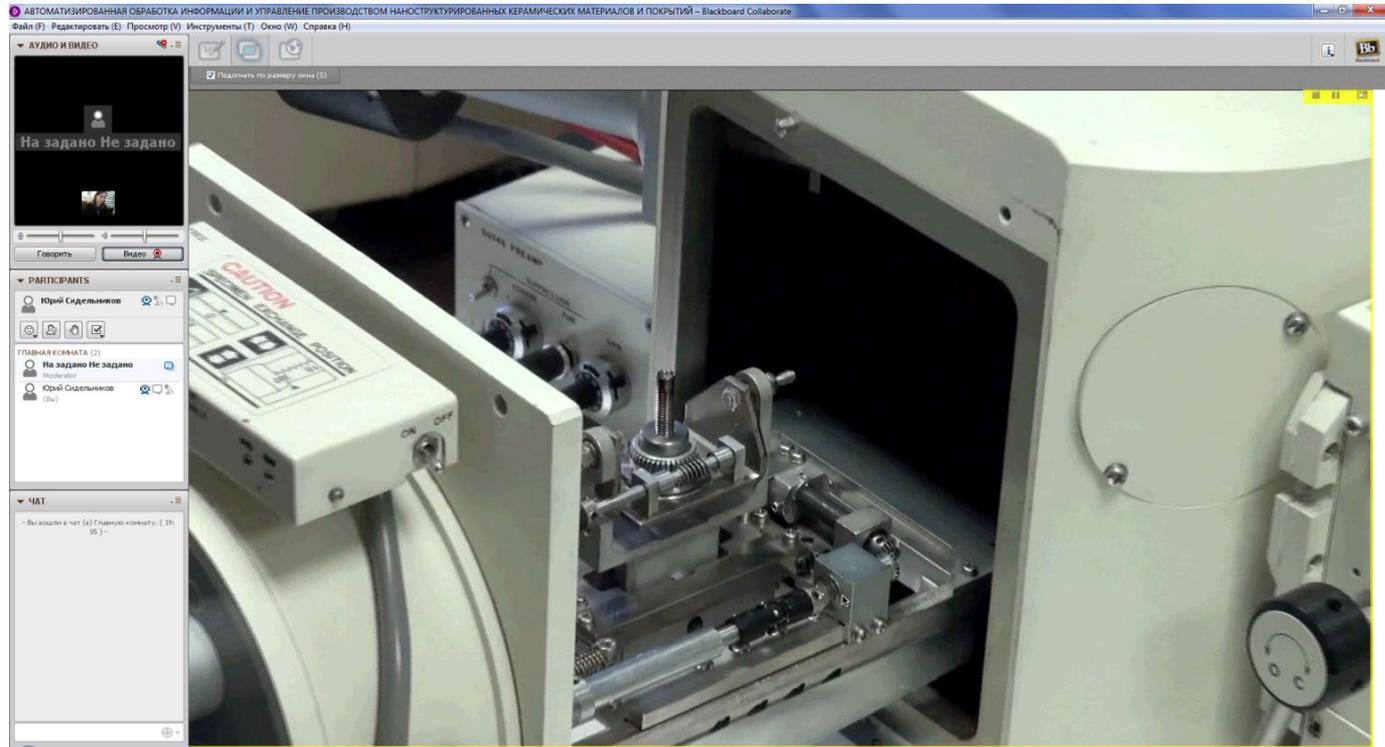
Вебинар

Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование

Выполнение индивидуального задания на удаленном исследовательском оборудовании, получение результатов свойств материалов и их анализ





# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

Видео/  
аудиолекция

Учебное  
пособие, лекции  
в виде Flipping  
Book

Вебинар

Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование

Интерфейс тематического симулятора для задания характеристик спекаемого материала и режимных параметров печи

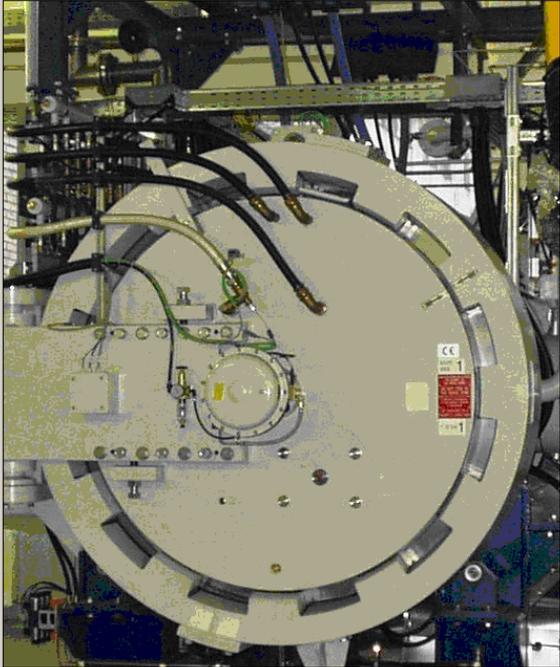
Исходные данные для моделирования процесса спекания

### Вакуумно-компрессионная печь для изготовления твердосплавных изделий

**Характеристики материала**  
Материал: Карбид вольфрама - никель (WC-Ni)  
Начальный средний размер зерна, мкм: 1  
Толщина поверхностного слоя зерна, нм: 0.1  
Начальная пористость, %: 40  
Удельная поверхностная энергия, Дж/м<sup>2</sup>: 3.5  
Плотность компактного материала, кг/м<sup>3</sup>: 14600  
Вязкость компактного материала, МПа\*с: 170

**Коэффициенты модели, зависящие от типа материала**  
**Кинетические параметры роста зерен вследствие поверхностной диффузии**  
Предэкспоненциальный множитель, м<sup>2</sup>/с: 0.4  
Энергия активации, кДж/моль: 245  
**Кинетические параметры уплотнения вследствие вязкого течения**  
Предэкспоненциальный множитель, м<sup>2</sup>/с: 0.35  
Энергия активации, кДж/моль: 270

**Режимные параметры**  
Стадия неизотермического спекания в вакууме  
Время спекания, мин: 70  
Начальная температура в печи, С: 20  
Конечная температура в печи, С: 1450  
Стадия изотермического спекания под давлением  
Время выдержки, мин: 30  
Давление аргона, МПа: 6





# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

Видео/  
аудиолекция

Учебное  
пособие, лекции  
в виде Flipping  
Book

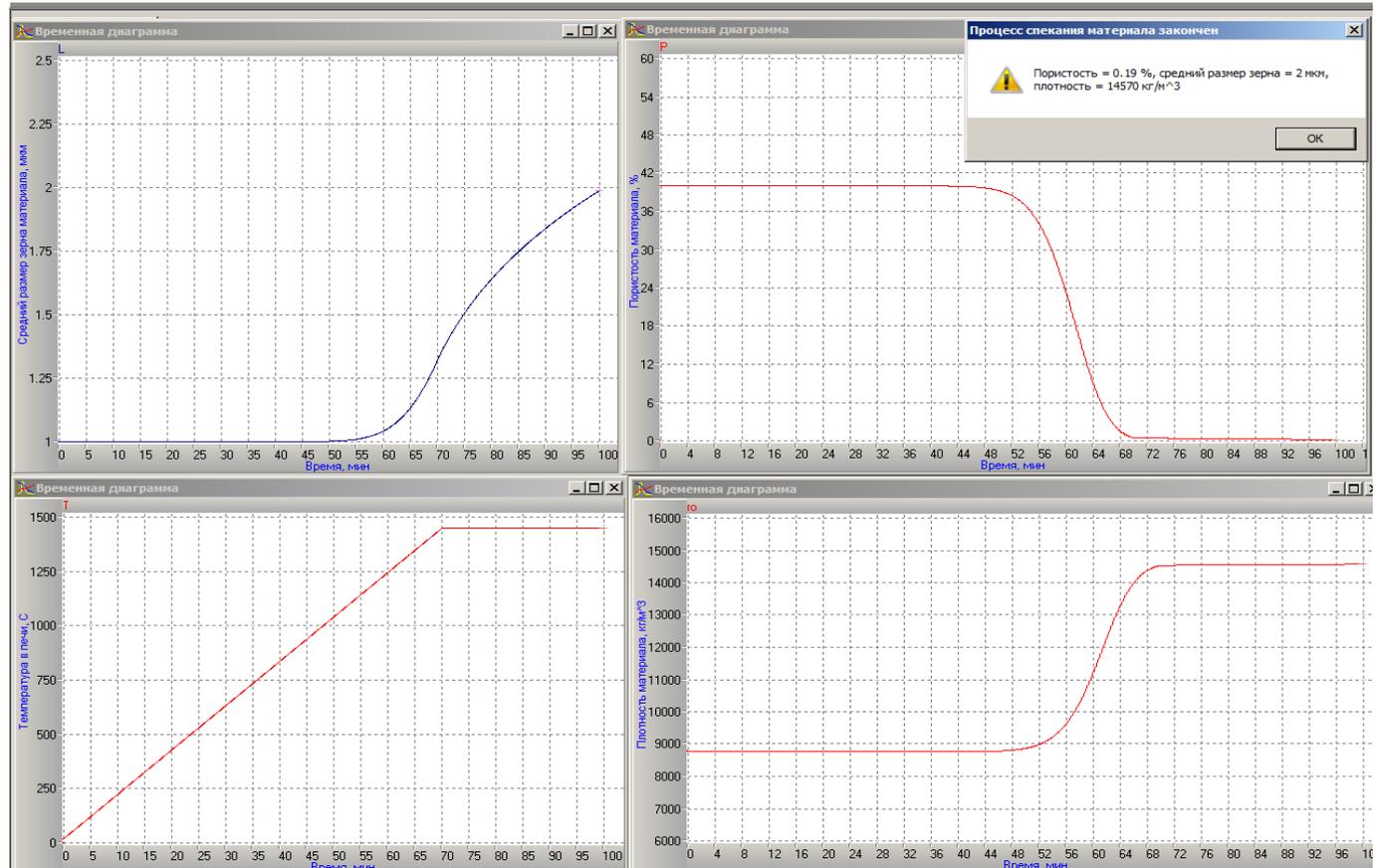
Вебинар

Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование

Интерфейс для визуализации результатов моделирования процесса спекания





# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

Видео/  
аудиолекция

Изучение эволюции структуры пористого материала  
(анимированная модель)

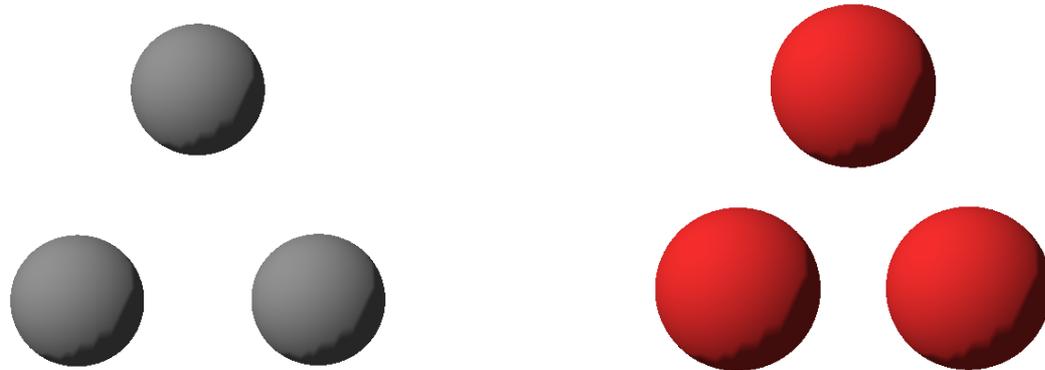
Учебное  
пособие, лекции  
в виде Flipping  
Book

Вебинар

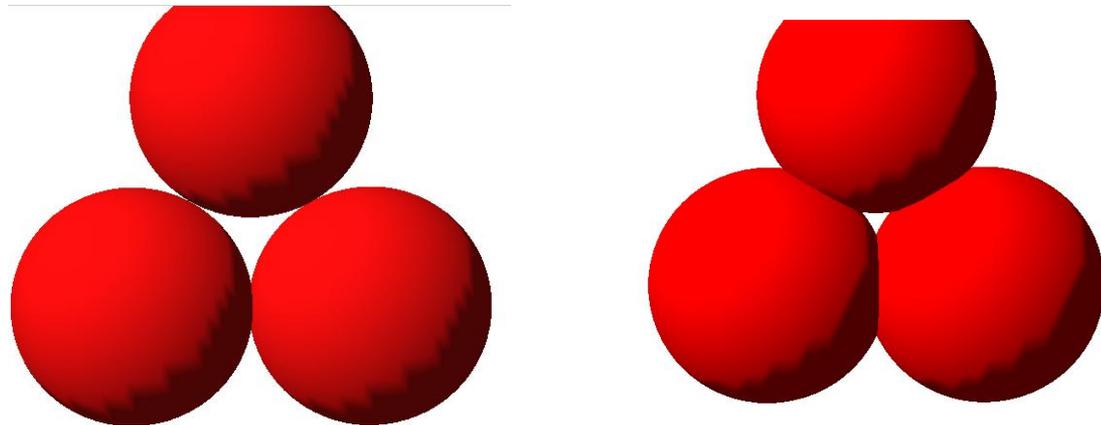
Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование



Рост и каление зерен, уменьшение пор.



рост межзеренных контактов



# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

Видео/  
аудиолекция

Учебное  
пособие, лекции  
в виде Flipping  
Book

Вебинар

Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование

Пример практического занятия по синтезу и анализу эмпирических математических моделей

newTable

Введите количество факторов

Введите количество опытов

	Температура, °C	Давление, атм	Время, мин	Плотность, г/см3
1	1330	60	30	14,35
2	1340	60	30	14,40
3	1350	60	30	14,44
4	1360	60	30	14,48
5	1370	60	30	14,52
6	1380	60	30	14,55
7	1390	60	30	14,58
8	1400	60	30	14,60

	Время, мин	Давление, атм	Температура, °C	Плотность, г/см3
1	30,00	60,00	1330,00	14,35
2	30,00	60,00	1340,00	14,40
3	30,00	60,00	1350,00	14,44
4	30,00	60,00	1360,00	14,48
5	30,00	60,00	1370,00	14,52
6	30,00	60,00	1380,00	14,55
7	30,00	60,00	1390,00	14,58
8	30,00	60,00	1400,00	14,60

$$y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_1 \cdot x_2 + a_5 \cdot x_1 \cdot x_3 + a_6 \cdot x_2 \cdot x_3 + a_7 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + a_8 \cdot x_1^2 + a_9 \cdot x_2^2 + a_{10} \cdot x_1^2 \cdot x_2 + a_{11} \cdot x_1^2 \cdot x_3 + a_{12} \cdot x_1 \cdot x_2^2 + a_{13} \cdot x_2 \cdot x_2^2 + a_{14} \cdot x_1^2 \cdot x_2^2 + a_{15} \cdot x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_3 + a_{16} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_2^2 + a_{17} \cdot x_1^2 \cdot x_2 \cdot x_2^2$$

a[5]=-3,4E-05  
a[6]=-1,4E-05  
a[7]=-1,1E-08  
a[8]=0,0001  
a[9]=-1,5E-05  
a[10]=-3,3E-08  
a[11]=-2,5E-07  
a[12]=-8,1E-11  
a[13]=-1,1E-08  
a[14]=-4,8E-09  
a[15]=-3,8E-12  
a[16]=8,3E-11

Зависимость Плотность, г/см3 от Время, мин и Давление, атм



# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ

Видео/  
аудиолекция

Учебное  
пособие, лекции  
в виде Flipping  
Book

Вебинар

Практическое  
занятие  
(задание,  
пример отчета)

Online-  
консультации

Контрольное  
тестирование

## Пример отчета о выполнении практической работы

Blackboard Learn

https://bb.vpgroup.ru/webapps/portal/frameset.jsp?tab\_group=courses&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2Fcontent%2Ffile%3Fcmd%3Dview%26content\_id%3D\_9111\_1%26cour...

**РОСНАНО**  
Среда электронного обучения

Мое учреждение Организации РОСНАНО

Если файл не открывается, щелкните здесь, чтобы загрузить его.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

Курс программы: Автоматизированная обработка информации и управление производством наноструктурированных керамических материалов и покрытий  
Категория обучаемого работника: Инженер-технолог

Учебный модуль (профессиональная компетенция): Выбор и использование физико-химических методов контроля и исследования характеристик и проведение компьютерного анализа изображений микроструктур наноструктурированных керамических материалов и покрытий

Практическое занятие: Дистанционный компьютерный анализ изображений микроструктур для заданного типа материала; подбор режимов синтеза для получения заданного типа материала

Обучаемый: Курочкин Сергей Юрьевич

Предприятие: ООО «Вириал» (Санкт-Петербург)

**ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**  
**Вариант 1**

**ЗАДАНИЕ**  
Провести компьютерный анализ изображений микроструктур порошка карбида вольфрама с добавками никеля и кобальта, руководствуясь алгоритмами, представленными в приложении А, и видеоматериалами по проведению практических работ. Данные образцы представлены на рисунках 1 и 2



# ЗАПРОС-ИСПОЛНЕНИЕ-ОЦЕНКА (МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ)

Сетка критериев по практическим занятиям

Тестирование по лекционному материалу

Оценка компетенций по модулям и за курс в целом

Анкетирование

Интервью с ведущими преподавателями

Выпускная квалификационная работа

# СЕТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ



Оценка	Количество баллов	Расчет баллов
Оценка за освоение <b>Модуля 1</b>	$b_1$	$b_i = p_i + t_i,$ $i = \overline{1,6}$ $p_i$ — количество баллов за качество выполнения практических работ, $t_i$ — количество баллов, набранных при контрольном тестировании
Оценка за освоение <b>Модуля 2</b>	$b_2$	
Оценка за освоение <b>Модуля 3</b>	$b_3$	
Оценка за освоение <b>Модуля 4</b>	$b_4$	
Оценка за освоение <b>Модуля 5</b>	$b_5$	
Оценка за освоение <b>Модуля 6</b>	$b_6$	
<b>Оценка за освоение курса</b>	$B$	$B = \sum_{i=1}^6 b_i$



# РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ



Фамилия, имя, отчество обучающихся	Тест по модулю №1	Тест по модулю №2	Тест по модулю №3	Тест по модулю №4	Тест по модулю №5	Тест по модулю №6
Дормидонтов Михаил Андреевич	4 (78,95%)	4 (73,33%)	4 (88,24%)	4 (86,67%)	4 (80,00%)	<b>4 (86,67%)</b>
Застрожных Максим Николаевич	4 (78,95%)	4 (86,67%)	4 (86,47%)	4 (80,00%)	4 (86,67%)	<b>4 (80,00%)</b>
Курочкин Сергей Юрьевич	4 (84,21%)	4 (80,00%)	4 (76,47%)	4 (86,67%)	4 (86,67%)	<b>4 (86,67%)</b>
Рожков Роман Викторович	4 (89,47%)	4 (86,67%)	4 (89,71%)	4 (86,67%)	4 (86,67%)	<b>4 (86,67%)</b>
Федоров Евгений Михайлович	5 (94,74%)	4 (80,00%)	4 (88,24%)	4 (80,00%)	4 (80,00%)	<b>4 (76,67%)</b>

# СЕТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ



Сетка критериев позволяет преподавателю формализовать процесс выставления оценки. Для этих целей предусмотрен конструктор, который позволяет создать сетку для сопоставления критериев и достигнутых учащимся результатов. Ниже представлен один из примеров сформированной сетки критериев оценки выполнения практической работы:

Критерии	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
	0 %	40 %	70 %	100 %
Фиксация параметров оборудования	Параметры оборудования не зафиксированы	Не все опыты были проведены	Описаны не все параметры оборудования	Описаны все параметры оборудования
Обработка результатов	Результаты не обработаны	Не все результаты, полученные в ходе практической работы, приведены в отчете	Все полученные результаты приведены в отчете, но нет выводов	Все результаты приведены в отчете и сделаны выводы



# ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА ПО ВСЕМ МОДУЛЯМ

Фамилия и имя обучаемых	Модуль №1	Модуль №2	Модуль №3	Модуль №4	Модуль №5	Модуль №6	Итоговая оценка
Дормидонтов Михаил Андреевич	4 (89,47%)	4 (81,67%)	5 (94,12%)	4 (88,33%)	5 (90,00%)	5 (96,67%)	5 (90,09%)
Застрожнов Максим Николаевич	4 (84,47)	4 (88,33%)	5 (93,24%)	4 (85,00%)	5 (93,33%)	5 (95,00%)	4 (89,89%)
Курочкин Сергей Юрьевич	5 (92,11%)	4 (85,00%)	4 (88,24%)	4 (88,33%)	5 (93,33%)	5 (96,67%)	5 (90,61%)
Рожков Роман Викторович	5 (94,74%)	4 (88,33%)	5 (94,85%)	4 (88,33%)	5 (93,33%)	4 (84,47)	5 (90,67%)
Федоров Евгений Михайлович	5 (97,37%)	5 (90,00%)	5 (94,12%)	4 (85,00%)	4 (88,24%)	5 (94,17%)	5 (91,48%)





# ТЕМЫ ИТОГОВЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

1 Дормидонтов Михаил Андреевич. Тема – **«Информационно-справочная система для исследования процессов синтеза нанопорошка карбида вольфрама и материалов на его основе»**. Руководители – профессор, доктор технических наук Орданьян С. С., старший преподаватель Иванов А. А.

2 Застрожнов Максим Николаевич. Тема – **«Проведение входного контроля качества смесей карбид вольфрама, на примере рентгенофлуоресцентного анализа»**. Руководители – доцент, кандидат технических наук Фищев В. Н., ассистент Сидельников Ю. В.

3 Курочкин Сергей Юрьевич. Тема – **«Разработка базы данных керамической нанопродукции компании «Вириал»**. Руководители - профессор, доктор технических наук Орданьян С. С., ассистент Сидельников Ю. В.

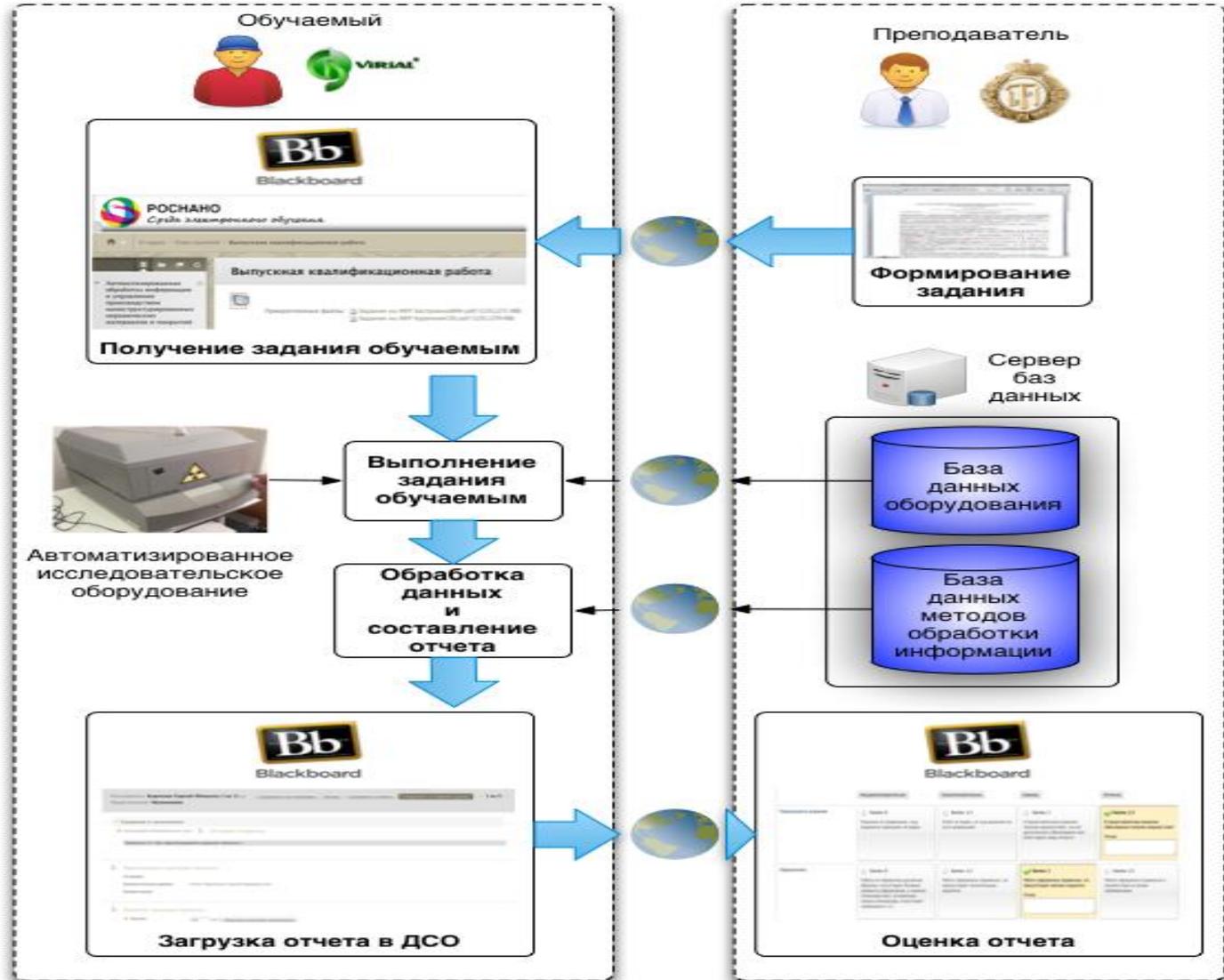
4 Рожков Роман Викторович. Тема – **«Разработка базы данных нештатных ситуаций, причин и рекомендаций по их устранению для управления качеством»**. Руководители - профессор, доктор технических наук Орданьян С. С., доцент, кандидат технических наук Новожилова И. В.

5 Федоров Евгений Михайлович. Тема – **«Планирование и обработка данных эксперимента для построения эмпирических моделей по управлению качеством твердых сплавов на основе карбида вольфрама»**. Руководители - доцент, кандидат технических наук Фищев В. Н., доцент, кандидат технических наук Полосин А. Н.





# АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ ИКР В СИСТЕМЕ E-LEARNING



# ЗАДАНИЕ НА ИТОГОВУЮ РАБОТУ В СИСТЕМЕ E-LEARNING

https://bb.vpgroup.ru/webapps/portal/frameset.jsp?tab\_tab\_group\_id=\_2\_1&url=%2Fwebapps%2Fblackboard%2Fexecute%2Flauncher%3Ftype%3DCourse%26id%3D\_253\_1%26url%3D



О курсе > План занятий > Выпускная квалификационная работа

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)

## ЗАДАНИЕ

на итоговую квалификационную работу

Слушатель Федоров Евгений Михайлович  
(фамилия, имя, отчество)

Наименование образовательной программы Программа повышения квалификации специалистов предприятий nanoиндустрии химического и биотехнологического профиля в области автоматизированных производственных нанотехнологий в режиме e-learning

Курс Автоматизированная обработка информации и управление производством наноструктурированных керамических материалов и покрытий

Тема Планирование и обработка данных эксперимента для построения эмпирических моделей по управлению качеством твердых сплавов на основе карбида вольфрама

Предприятие ООО «Вириал» (Санкт-Петербург)

Исходные данные к итоговой квалификационной работе

1) Неорганические материалы: энцикл. изд. в 2 т. / Редкол.: В. В. Скороход (гл. ред.) [и др.]. : Напшн. акад. наук Украины. Ин-т проблем материаловедения им. И.Н. Францевича. – К.: Науч. думка, 2008. – 2 т.

2) Фальковский, В. А. Твердые сплавы / В. А. Фальковский, Л. И. Клячко. – М.: Руда и металлы, 2005. – 416 с.

3) Рагуля, А. В. Консолидированные наноструктурные материалы / А. В. Рагуля, В. В. Скороход. – К.: Науч. думка, 2007. – 376 с.

4) Орляныч, С. С. Новые керамические инструментальные материалы: учеб. пособие / С. С. Орляныч. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 1996. – 147 с.

5) Интеллектуальные системы технологического проектирования, управления и обучения в многоассортиментном производстве гранулированных пористых материалов из тонкодисперсных частиц / Т. Б. Чистякова, Ю. И. Шляго, И. В. Новожилова, Н. В. Мальцева. – СПб.: Изд-во СПбГТИ(ТУ), 2012. – 324 с.

6) Основы математического моделирования процессов получения наноструктурированных материалов: учеб. пособие / Т. Б. Чистякова, Л. В. Гольцева, А. Н. Полосин, И. В. Новожилова. – СПб.: Изд-во СПбГТИ(ТУ), 2012. – 95 с.

7) Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учеб. пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клущин. – М.: Академкнига, 2006. – 416 с.

8) Грачев, Ю. П. Математические методы планирования экспериментов: учеб. пособие для вузов / Ю. П. Грачев, Ю. М. Пласкин. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 296 с.

9) Косарев, Е. Л. Методы обработки экспериментальных данных / Е. Л. Косарев. – М.: Физматлит, 2008. – 208 с.

10) Технологический регламент производства вольфрамсодержащего твердого сплава марки СВН8 ООО «Вириал».

11) Интернет-ресурсы: сайт ООО «Вириал» (URL: <http://www.virial.ru>); сайт СПбГТИ(ТУ) (URL: <http://technolog.edu.ru>); дистанционная система обучения Blackboard Learn (URL: <https://bb.vpgroup.ru>).

Перечень подлежащих разработке вопросов, документов

1) Анализ процесса получения вольфрамсодержащих твердых сплавов (ВТС) на основе карбида вольфрама и никеля как объекта управления.

2) Составление плана и проведение промышленного эксперимента по исследованию влияния времени помола компонентов шихты на плотность, прочность при поперечном

изгибе, твердость по Виккерсу твердого сплава марки СВН8.

3) Компьютерная статистическая обработка экспериментальных данных и структурно-параметрический синтез регрессионных моделей, описывающих зависимости показателей качества от времени помола.

4) Проверка адекватности эмпирических моделей по критерию Фишера.

5) Построение графических моделей зависимостей показателей качества от времени помола и выбор режима помола, обеспечивающего получение ВТС с требуемыми техническим регламентом показателями качества.

6) Оформление пояснительной записки и презентации к работе.

Перечень графического материала

1) Формализованное описание процесса получения ВТС как объекта управления.

2) Информационное описание плана промышленного эксперимента.

3) Структурированные экспериментальные данные (время помола – плотность ВТС, время помола – прочность ВТС, время помола – твердость по Виккерсу).

4) Постановка задачи синтеза эмпирических моделей для управления качеством ВТС.

5) Графики зависимостей показателей качества от времени помола. Результаты решения задачи выбора режима помола.

6) Характеристика аппаратного и программного обеспечения.

Характеристика аппаратного и программного обеспечения

Аппаратное обеспечение:

– оборудование производства вольфрамсодержащего твердого сплава марки СВН8 ООО «Вириал» (аттритор, гидравлический пресс, вакуумно-компрессионная печь);

– исследовательское оборудование (аналитические весы, машина для испытания материала на изгиб, твердомер Виккерса);

– IBM PC-совместимый компьютер на базе микропроцессора Intel Core 2 Duo (3 ГГц), ОЗУ 4 Гб, НЖМД 80 Гб, монитор ЖК (17”), клавиатура, CD-ROM дисковод, мышь.

Программное обеспечение:

– программа обработки экспериментальных данных керамического производства Brandon (среда разработки Microsoft Visual Studio 2010, язык программирования C# 4.0);

– текстовый редактор Microsoft Office Word 2003;

– графический редактор Microsoft Office Visio 2003.

Дата выдачи задания 03.08.2012

Дата представления итоговой квалификационной работы к защите 31.08.2012

Руководители образовательной программы

03.08.2012 (подпись, дата)	Т.Б. Чистякова (подпись, фамилия)
03.08.2012 (подпись, дата)	В.И. Румянцев (подпись, фамилия)

Руководители итоговой квалификационной работы

03.08.2012 (подпись, дата)	В.Н. Фищев (подпись, фамилия)
03.08.2012 (подпись, дата)	А.Н. Полосин (подпись, фамилия)

Задание принял к выполнению слушатель

03.08.2012 (подпись, дата)	Е.М. Федоров (подпись, фамилия)
-------------------------------	------------------------------------

Автоматизированная обработка информации и управление производством наноструктурированных керамических материалов и покрытий

Общая информация

О курсе

Преподаватели

Обучение:

Моя траектория обучения

Календарь

Список литературы

Коллективная работа

Форумы

Контроль знаний

Лабораторный практикум

Мои оценки

# ПРИМЕР ИТОГОВОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ


 Минобрнауки России  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
 (технический университет)»

**РОСНАНО**  
 Российская корпорация нанотехнологий

Программа повышения квалификации специалистов предприятий nanoиндустрии  
 химического и биотехнологического профиля в области автоматизированных  
 производственных нанотехнологий в режиме e-learning

Курс: Автоматизированная обработка информации и управление  
 производством наноструктурированных керамических материалов и  
 покрытий

**ИТОГОВАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**Планирование и обработка данных эксперимента для построения  
 эмпирических моделей по управлению качеством твердых сплавов  
 на основе карбида вольфрама**

Слушатель: Федоров Евгений Михайлович

Проектная компания: ООО «Вириал» (Санкт-Петербург)

Руководители образовательной программы: Чистякова Т.Б., проректор СПбГТИ(ТУ) по учебной работе, профессор кафедры САПРиУ, д.т.н., проф. Румянцев В.И., ген. директор ООО «Вириал», к.т.н.

Руководители работы: Фищев В.Н., доцент кафедры химической технологии высокотемпературных материалов, к.т.н., доц. Полосин А.Н., доцент кафедры САПРиУ, к.т.н., доц.

Санкт-Петербург 2012

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы – планирование промышленного эксперимента и дистанционная обработка экспериментальных данных для синтеза эмпирических моделей по управлению качеством вольфрамоникелевых твердых сплавов.

Задачи работы:

- анализ процесса получения вольфрамоникелевых твердых сплавов как объекта управления качеством продукции;
- составление плана и проведение промышленного эксперимента по исследованию влияния времени помола компонентов шихты на плотность, прочность при поперечном изгибе, твердость по Виккерсу вольфрамоникелевого твердого сплава;
- дистанционный ввод и обработка экспериментальных данных для структурно-параметрического синтеза регрессионных моделей, описывающих зависимости показателей качества от времени помола;
- проверка адекватности и точности эмпирических моделей;
- построение графических моделей зависимостей показателей качества от времени помола и выбор режима помола, обеспечивающего получение твердого сплава заданного качества.

РОСНАНО Федоров Е.М. «Планирование и обработка данных эксперимента для построения эмпирических моделей по управлению качеством твердых сплавов на основе карбида вольфрама»

## ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

$Q = F(X, U)$

Входные параметры:  $X = \{T_{RAW}, T_{EQ}, R, M_{PROD}, Q_0\}$

Показатели качества:  $Q = \{\rho, \sigma_B, H_V\}$

Управляющие воздействия:  $U = \{\tau_G\}$

Ключевые стадии:
 

1. Синтез порошков
2. Шихтоподготовка
3. Прессование
4. Спекание
5. Механическая обработка
6. Контроль, измерение и испытание

$T_{RAW}$  – типы сырья;  $T_{EQ}$  – типы оборудования стадий;  $R = \{P_p, \tau_{Si}, T_{Si}, P_{Si}, i = 1 \dots S\}$  – режимные параметры стадий;  $P_p$  – давление прессования;  $\tau_{Si}, T_{Si}, P_{Si}$  – время, температура, давление  $i$ -го этапа спекания;  $M_{PROD}$  – марка сплава;  $Q_0 = \{\rho^{min}, \sigma_B^{min}, H_V^{min}\}$  – требуемые ТУ значения показателей качества сплава;  $\tau_G$  – время помола;  $\rho, \sigma_B, H_V$  – плотность, прочность и твердость сплава

## АЛГОРИТМ СИНТЕЗА ЭМПИРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

```

    graph TD
        Start([Начало]) --> Input[/Дистанционный ввод эксперим. данных/]
        Input --> Init["{τGi, Qji}, i = 1...N"]
        Init --> Model["Формирование структуры полиномиальной модели  
Qji^calc = ∑ a_jk · τ_G^k"]
        Model --> Calc["Расчет коэффициентов полиномиальной модели методом наименьших квадратов a_jk, k = 0...mj"]
        Calc --> Disp["Расчет остаточной дисперсии (SR^2)^mj = f(Qji, Qji^calc, i = 1...N, mj)"]
        Disp --> Decision{"(SR^2)^mj < (SR^2)^mj-1"}
        Decision -- Да --> Fisher["Расчет критерия Фишера F^calc и среднеквадратичного отклонения σ расчетных данных от экспериментальных"]
        Decision -- Нет --> Inc["mj = mj + 1"]
        Inc --> Model
        Fisher --> Result[/Результаты: mj, a_jk, k = 0...mj, F^calc, σ/]
        Result --> End([Конеч])
    
```

РОСНАНО



Blackboard Collaborate - АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

Файл (F) Редактировать (E) Просмотр (V) Инструменты (T) Окно (W) Справка (H)

▼ АУДИО И ВИДЕО

Администратор курса

Говорить Видео

▼ PARTICIPANTS

Александр Разыграев 1 Moderator

ГЛАВНАЯ КОМНАТА (6)

Администратор курса Moderator

▶ ЧАТ

Конната Moderators

Выбор и обоснование актуального и перспективного программно-аппаратного обеспечения

1960-ые: Использование больших ЭВМ

1980-ые: Клиент-серверное обеспечение

2000-ые: Локальные вычислительные сети

Сегодня: Облачные сервисы/ Мобильные устройства

Учреждение (системный администратор)

Пользователь (студент)

Визит Председателя Правительства РФ Д. А. Медведева в СПбГТИ(ТУ) 01 сентября 2012 года

пуск Яндекс - Windows... Blackboard Collabo... E:\ MWSnap - 5.png Безымянный - Бл... Добро пожалова... RU 12:00

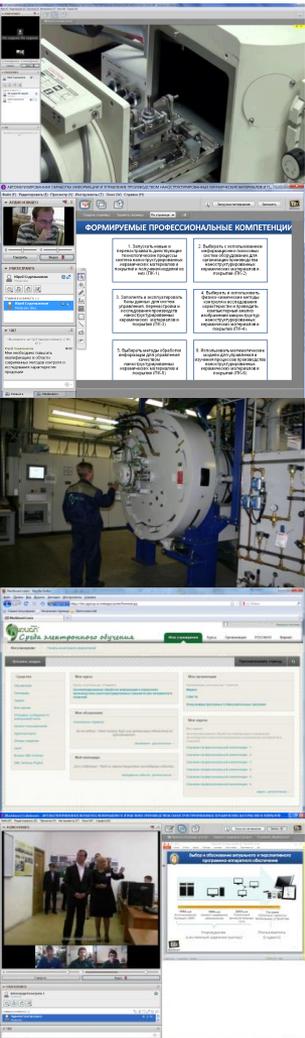
Укрепление социальных связей с помощью технологий

Блоги, энциклопедии, дискуссионные форумы

Общие сервисы за пределами курса

Персональный опыт обучения

Экономия временных и финансовых затрат



Простой и быстрый доступ

Доступ через мобильные устройства

Общие сервисы за пределами курса

Гибкость в обучении



# ФОТОРЕПОРТАЖ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ



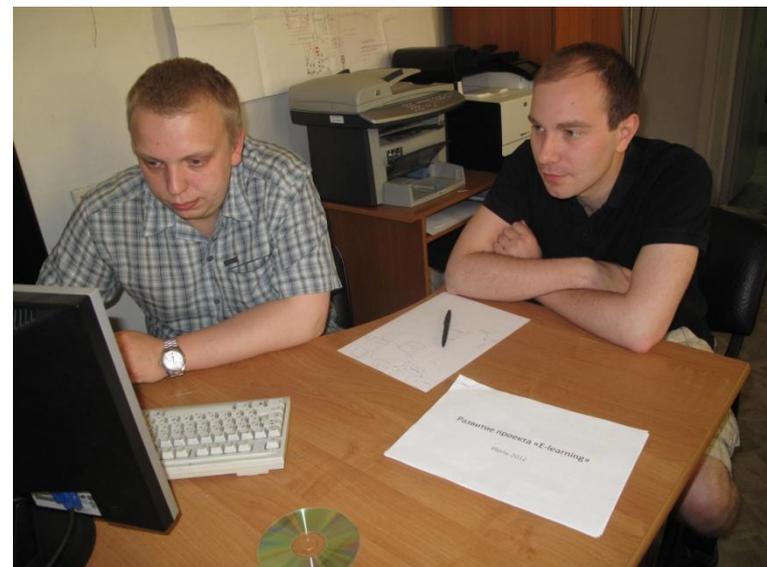
*Проф. Чистякова Т. Б. Вводный вебинар*



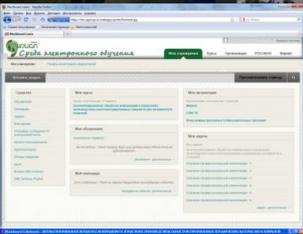
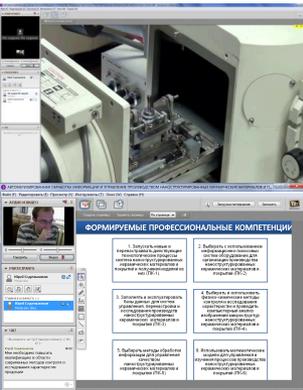
*Доц. Полосин А.Н. Вебинар по Модулю 6*



*Проф. Ордянян С.С. Вебинар по Модулю 4*



*Сидельников Ю.В. Вебинар по Модулю 5*





# РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработана каркасная программа повышения квалификации производственного персонала наноструктурированных керамических материалов в формате e-learning

Структура программы построена по модульному (компетенстному) принципу, ориентированному на тип управленческого производственного и исследовательского персонала

Структура каждого модуля учитывает формы организации образовательного процесса (лекции, лабораторные, тренинг и т.д.) и позволяет оценить виды образовательного результата (профессиональные компетенции, опыт деятельности, умения, знания)

Образовательная среда позволяет выбирать по заказу предприятия перечень компетенций соответствующих трудовым функциям и формировать траекторию обучения

Информационное обеспечение, состоящее из БД материалов, оборудования, методов обработки, библиотеки должностных инструкций производственного персонала может быть дополнено контентом для различных типов высокотехнологичных производств керамических материалов





# НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММЫ

**1** Расширение библиотеки математических моделей и баз данных для более широкого класса высокотемпературных материалов.

**2** Дополнение библиотеки должностных инструкций персонала, на основании которых расширение и предложение новых компетенций (например, для инженера-исследователя)

**3** Продолжение дальнейшего освоения и использования ресурсов высокоэффективной среды Black Board для электронного обучения.





## Чистякова Тамара Балабековна

Проректор по учебной работе СПбГТИ(ТУ),  
доктор технических наук, профессор,  
зав. кафедрой САПРиУ

e-mail: [edu@technolog.edu.ru](mailto:edu@technolog.edu.ru)

Тел.: +7(812)316-46-56